

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 40 04 530 A 1

⑯ Int. Cl. 5:  
G 01 S 17/08

DE 40 04 530 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 40 04 530.7  
⑯ Anmeldetag: 14. 2. 90  
⑯ Offenlegungstag: 22. 8. 91

⑯ Anmelder:

Reich, Stefan, 8021 Icking, DE

⑯ Erfinder:

gleich Anmelder

⑯ Optische Abstandsmessung

⑯ Eine optische Abstandsmessung mit Licht- oder Infrarot-Sender und -Empfänger, wobei Wandler mindestens einer Sorte (Sender und/oder Empfänger) paarweise vorhanden sind und mit ihrer Richtwirkung gegeneinander versetzt eingestellt sind, so daß die durch Reflexion am Objekt auftretende optischen Kopplungen zwischen den Wandlern für beide Teile des Paares in Bezug zueinander je nach Abstand variieren.

Ferner eine Schaltung zur Ansteuerung und Auswertung der Signalverhältnisse, wobei wahlweise eine elektronisch verstellbare Hintergrundausblendung oder eine Abstandsmes-

DE 40 04 530 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Reflexlichttaster mit Hintergrundausblendung und gleichzeitig allgemein ein Verfahren zur optischen Abstandsmessung mit Licht- oder Infrarot-Sender und Empfänger, beide nachfolgend allgemein als Wandler bezeichnet, wobei die Strahlengänge der Wandler mittels optischer Bündelung eine Richtwirkung aufweisen.

Reflexlichttaster mit Hintergrundausblendung oder Abstandsmessung werden verwendet, um Gegenstände aufgrund ihrer Reflexion zu erkennen, und zwar unabhängig vom Reflexionsgrad eines eventuell dahinter liegenden Objektes, Wand etc. (Hintergrund). Aus diesem Grunde ist für viele Anwendungen eine abstandsabhängige Messung erforderlich.

Nach dem Stand der Technik geschieht dies dadurch, daß Lichtsender und Lichtempfänger nebeneinander angeordnet sind und scharf gebündelt werden, so daß durch Triangulierung der versetzt nebeneinanderlaufenden Strahlen eine Abstandsmessung möglich ist. Beide Strahlen kreuzen sich im Abtastbereich, also vor dem Hintergrund, so daß Reflexionen des Hintergrundes nicht mehr in den Empfänger gelangen können.

Nachteile: 1. Tastbereich und Ausblendbereich lassen sich nur unscharf voneinander trennen, da sich die Strahlengänge aufgrund Unschärfen der Abbildung nie beliebig scharf voneinander abgrenzen lassen. 2. Hohe optische Abbildungsqualität zum Erreichen eines möglichst scharf abgegrenzten Strahls steht im Widerspruch mit Forderung nach billiger Herstellung. 3. Die Einstellung des Ausblendbereiches/Abstandes erfordert mechanische Justage.

Optische Entfernungsmessung wird ferner benötigt zum Messen oder genauen Positionieren von Teilen, Roboterarmen etc.

Nach dem Stand der Technik geschieht dies ebenfalls nach dem Prinzip der Triangulierung, wobei in diesem Fall für den Empfänger ein positionsempfindlicher Lichtsensor verwendet wird, der in der Brennebene einer Focussieroptik angeordnet ist, und dadurch anhand der Position des reflektierten Lichtflecks ein analoges Maß für die Entfernung gibt.

Der Nachteil hierbei: Die hohen Kosten der positionsempfindlichen Sensoren und der meist verwendeten Laserdioden.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist ein Reflexlichtsensor, der ohne die genannten Nachteile sowohl eine Entfernungsmessung erlaubt, als auch, für die Hintergrundausblendung, sowohl erhöhte Selektivität als auch elektronische Verstellung des Ausblendbereiches ermöglicht.

Dies wird erzielt, indem Wandler mindestens einer Sorte (Sender und/oder Empfänger) paarweise vorhanden sind, und daß die gepaarten Wandler mit ihrer Richtwirkung in verschiedene/ gegeneinander versetzte Richtungen eingestellt sind, und daß die durch Reflexion am Objekt auftretenden optischen Kopplungen zwischen den Wändlern für beide Teile des Paares als Differenz oder getrennt gemessen werden und in bezug zu einander ausgewertet werden.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, daß ein Lichttaster, dessen zwei Strahlen (des Senders und des Empfängers) durch gekreuzte Anordnung eine Hintergrundausblendung bewirken, in seinem Funktionsprinzip abgewandelt und in der Güte der Hintergrundausblendung verbessert werden kann, wenn durch Einbau mindestens eines dritten Wandlers (Sender oder Emp-

fänger) ein dritter Strahl geschaffen wird, der zusammen mit dem bestehenden Strahl ein Paar bildet, dessen Hälften in einem gegeneinander leicht versetzten Winkel in den Meßraum gerichtet sind, oder aus gegeneinander versetzten Orten in den Meßraum gerichtet sind. Die für beide Hälften auftretenden reflektierten Strahlungsstärken können bei der Meßauswertung in Beziehung zueinander gesetzt werden, und deren Verhältnis oder Differenz ergibt dann ein genaues Maß für den Abstand. Die Strahlen können hierbei breiter sein als deren Winkeldifferenz. Hierbei ist es prinzipiell gleichgültig, ob der Sender oder der Empfänger gepaart sind, da es im wesentlichen auf den Kopplungsgrad zwischen Sender und Empfänger ankommt.

In einem bestimmten Abstandsbereich des Meßobjektes wird der Kopplungsgrad für beide Paarhälften gleich hoch sein, während bei größeren bzw. kleineren Abständen die eine bzw. die andere Hälfte überwiegt.

Auf diese Weise wird es möglich, geringe Abstandsänderungen zu registrieren, was man sowohl zur Abstandsmessung, als auch zur Hintergrundausblendung für normale Lichttaster verwenden kann. Der Bereich der Hintergrundausblendung kann elektronisch verstellt werden, indem nach Anspruch 6 das Verhältnis beider Intensitäten verändert wird, und die Differenz der Kopplungsgrade gemessen wird.

Aufgrund der Erfindung kann auch bei Verwendung einer unscharfen Optik die Hintergrundausblendung in ihrer Selektivität beliebig erhöht werden, da ein eventuelles Verschmieren des Strahlen, welches normalerweise die Hintergrundausblendung wirkungslos machen würde, durch die Differenzbildung beider Strahlenhälften aufgehoben wird.

Erklärung eines Ausführungsbeispiels, siehe Fig. 1:

Eine Photodiode 1 befindet sich in Brennpunkt der Linse 2, so daß der Strahl 11 auf das Objekt 10 gerichtet ist. Daneben ist im Brennpunkt der Linse 5 eine Doppel-Leuchtdiode angeordnet mit den beiden infrarot-emittierenden Kristallen 3 und 4, welche nebeneinander liegen und in den Strahlen 13 und 14 auf das Objekt 10 projiziert werden. Die Intensität beider Strahlen 13 und 14 sind im Diagramm Fig. 1a in Abhängigkeit vom Ort aufgetragen. Beide Strahlen 13 und 14 können sich wie gezeigt überlappen.

Beide Leuchtdioden 3 und 4 sind an den Oszillator 20 so angeschlossen, daß sie mit einer Frequenz von 5 kHz wechselseitig an- und ausgeschaltet werden. An genau der Stelle, an der beide Strahlen mit gleicher Intensität auftreffen, resultiert wegen des abwechselnden An- und Ausschaltens ein gleichmäßiges Licht ohne Welligkeit.

Die Welligkeit des resultierenden Lichtes ist in Kurve 15 aufgetragen, wobei der Strahl 14 negativ genommen wurde. Das Objekt kann sich in der Position a, b und c befinden. In Position a trifft der Strahl 11 des Empfängers genau symmetrisch auf beide Strahlhälften und empfängt daher unmoduliertes Gleichlicht. Das Signal der Photodiode 1 wird in 21 verstärkt und im getakteten Gleichrichter 22 in seiner Phasenlage ausgewertet. Im Fall a resultiert Null Ausgangsspannung. Befindet sich das Objekt in Position b, so überwiegt die Strahlhälfte 13 und der Ausgang wird positiv, da moduliertes Licht empfangen wird. Entsprechendes geschieht umgekehrt in Stellung c, der Ausgang wird negativ.

Fig. 2a und b (Diagramm) zeigt eine andere Möglichkeit zur Einstellung der Strahlen. Der Sendestrahl 13 ist hierbei kleiner und schwächer als der Sendestrahl 14, so daß er aufgrund seiner Gegentakt-Wirkung die unscharfe Flanke des Strahls 14 durch Auslöschung aus-

gleicht, wie an der resultierenden Kurve 15 zu erkennen ist. Dies geschieht hauptsächlich an der Stelle, an der der Empfängerstrahl 11 auftrifft, wenn das Objekt im Bereich a liegt. Diese Einstellung hat den Vorteil, daß auch kontrastreiche Hintergründe, deren Reflexion stellenweise stärker oder schwächer ist, keinen Einfluß haben können, wenn sie sich im Auslösbereich befinden.

Zweites Ausführungsbeispiel, siehe Fig. 3:

Fotodiode 31 und Linse 32 bilden den Empfänger. Zu beiden Seiten hiervon sind die zwei Hälften des Sendepaars angeordnet, bestehend aus Sendedioden 33 und 34 und Linsen 35 und 36. Die elektronische Ansteuerung ist wie beim ersten Ausführungsbeispiel. Beide Sendestrahlen sind so ausgerichtet, daß sie in der Ebene a genau deckungsgleich aufeinander treffen. Daher wird ein Objekt in der Stellung a von beiden Strahlen gleichzeitig angeleuchtet, und im Empfänger wird kein Wechsellicht registriert. Da der Strahlengang des Empfängers leicht versetzt ist, resultiert beim Annähern eines Objektes auf die Position b, daß die Strahlen aus der Balance geraten und infolgedessen ein Signal im Empfänger verursachen. Anstelle einer Fotodiode 31 kann, gemäß Anspruch 4, auch ein gepaarter Empfänger, beispielsweise eine Differentialfotodiode verwendet werden, deren eine Hälfte wie eingezeichnet die rechte Seite/Flanke des Meßgebietes abtastet, und deren andere Hälfte entgegengesetzt die linke Seite abtastet. Die Signale der Hälften können hierbei nach Anspruch 11 subtrahiert werden. Durch die Symmetrie wird eine höhere Genauigkeit möglich.

Die Strahlenanordnungen beider Ausführungsbeispiele lassen sich entsprechend auch mit Sender und Empfänger vertauscht, also z. B. mit einer Leuchtdiode und zwei Fotodioden, aufbauen, wobei gemäß Anspruch 11 die Signale beider Empfänger mit einer Mischschaltung voneinander subtrahiert werden können.

Drittes Ausführungsbeispiel, betrifft eine Auswertelektronik zusammen mit dem ersten oder zweiten Ausführungsbeispiel; siehe Fig. 4:

Der Oszillator 41 gibt ein Rechtecksignal ab, welches in der positiven Halbwelle die Leuchtdiode 43 speist und in der negativen Halbwelle die Leuchtdiode 44, so daß beide abwechselnd aufleuchten. Das Signal der Fotodiode 46 gelangt nach dem Verstärker 47 in den getakteten Gleichrichter 48, welcher die beiden im Gegentakt gesteuerten elektronischen Schalter 53 und 54 in bekannter Weise enthält. Sobald wie oben beschrieben ein Wechsellicht registriert wird, tritt am Ausgang 61 eine positive oder negative Spannung auf, je nach Phasenlage des Wechsellichtes. Der Integrator 49 wirkt als Regelverstärker, indem er die Spannung am Widerstand 51 so lange verändert und dadurch das Verhältnis der Stromstärke in Leuchtdioden 43 und 44, bis das Verhältnis der Lichtstärken soweit verschoben ist, daß es die unterschiedliche optische Kopplung zum Empfänger ausgleicht und im Gleichrichter 48 wieder Null Amplitude gemessen wird. Am Ausgang 60 liegt also eine Spannung, deren Wert unabhängig vom Reflektionsgrad des Objekts ist und nur dem Verhältnis der optischen Kopplung beider Paarhälften entspricht. Sie dient also als Maß für die Entfernung.

Um einen größeren Meßbereich linear zu erfassen, kann nach Anspruch 8 eine Mattscheibe in den Strahlengang eingefügt sein. Hierdurch wird erreicht, daß die gepaarten Strahlen gleichmäßiger ineinander verlaufen und eine lineare Kennlinie ergeben. Auf diese Weise kann ein positionsempfindlicher Sensor billig ersetzt werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur optischen Abstandsmessung mit Licht- oder Infrarot-Sender und -Empfänger, beide nachfolgend allgemein als Wandler bezeichnet, wobei die Strahlengänge der Wandler mittels optischer Bündelung eine Richtwirkung aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß Wandler mindestens einer Sorte (Sender und/oder Empfänger) paarweise vorhanden sind, und daß die gepaarten Wandler mit ihrer Richtwirkung in verschiedene/gegeneinander versetzte Richtungen eingestellt sind, und daß die durch Reflexion am Objekt auftretende optischen Kopplungen zwischen den Wändlern für beide Teile des Paares als Differenz oder getrennt gemessen werden und in Bezug zueinander ausgewertet werden.

2. Verfahren zur optischen Abstandsmessung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlengänge der gepaarten Wandler aufgrund ihrer verschiedenen Winkel im wesentlichen auf benachbarte, gegeneinander versetzte Stellen des abzutastenden Objektes gerichtet sind, und daß ein anderer Wandler mit seinem Strahlengang von einem versetzten Ort auf den selben Abtastbereich ausgerichtet ist nach dem Prinzip der Triangulierung.

3. Verfahren zur optischen Abstandsmessung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlengänge der gepaarten Wandler von versetzten Orten aus in verschiedenen Winkeln auf eine im wesentlichen gleiche Stelle des abzutastenden Objektes gerichtet sind, und daß ein anderer Wandler mit seinem Strahlengang auf einen der obigen Stelle angrenzenden Randbereich ausgerichtet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Paar Sender und ein Paar Empfänger vorhanden sind, und daß bei einem der Wandlerpaare die Wandler mit ihrer Richtwirkung in zueinander versetzte Winkel auf das Objekt ausgerichtet sind, und beim anderen Wandlerpaar die Wandler aus verschiedenen Richtungen auf im wesentlichen eine selbe Stelle des zu messenden Objekts gerichtet sind.

5. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche mit gepaarten Lichtsendern (43) und (44), dadurch gekennzeichnet, daß beide Lichtsender mit Hilfe einer Oszillatorschaltung (41) periodisch ansteuert werden in der Weise, daß sie abwechselnd strahlen, und daß die Bezugnahme der optischen Kopplungen erfolgt, indem die Phasenlage und Amplitude des empfangenen Wechsellichtes ausgewertet wird, indem das Signal des Lichtempfängers (46) einen getakteten Gleichrichter (48) durchläuft.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlintensität beider Lichtsender im Verhältnis zueinander veränderbar ist, indem die Speiseströme beider oder eines der Lichtsender variiert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang des getakteten Gleichrichters (48) einen Regelverstärker (49) ansteuert, und daß der Ausgang des Regelverstärkers (49) die Lichtsender ansteuert in der Weise, daß das Verhältnis der Strahlintensitäten der Leuchtdioden zueinander beeinflußt wird, beispielsweise über deren Speisestrom, und daß mit dieser Beeinflussung

5  
das im Empfänger (46) gemessene Wechsellicht über den entstehenden Regelkreis auf einen konstanten Wert oder auf Null geregelt wird.

8. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe 5 mindestens einer im Strahlengang befindlichen Mattscheibe eine optische Verwischung erreicht wird, um ein kontinuierliches und lineares Verhalten für die Abstandsmessung zu bewirken.

9. Reflexlichtsensor mit einer Lichtquelle oder Infrarotlichtquelle, nachfolgend Sender genannt, und einem optoelektronischen Lichtempfänger, wobei eine Abstandsempfindlichkeit oder Hintergrundausblendung erzielt wird, indem nach dem Triangulierungsprinzip die Strahlengänge von Sender und 15 Empfänger sich im Abtastbereich kreuzen, dadurch gekennzeichnet, daß Lichtsender und/oder Lichtempfänger paarweise vorhanden sind, wobei beide Teile des Paars nebeneinander angeordnet sind 20 hinter einer gemeinsamen Focussierungsoptik.

10. Reflexlichtsensor mit Lichtsender und Lichtempfänger, wobei nach dem Triangulierungsprinzip die Strahlengänge von Sender und Empfänger gebündelt sind und sich im Abtastbereich kreuzen, 25 gekennzeichnet durch mindestens zwei Leuchtdioden oder Infrarot-Dioden als Lichtsender, ferner durch eine Oszillatorschaltung, welche die Leuchtdioden ansteuert in der Weise, daß beide Dioden abwechselnd leuchten, und durch eine Auswerteschaltung, wie z. B. eine getaktete Gleichrichter- 30 schaltung, welche an das vom Empfänger stammende Signal angekoppelt ist, um dessen Welligkeit und Polung auszuwerten.

11. Reflexlichtsensor mit Lichtsender und Lichtempfänger, wobei zur Abstandsmessung nach dem 35 Triangulierungsprinzip die Strahlengänge von Sender und Empfänger gebündelt sind und sich im Abtastbereich kreuzen, gekennzeichnet dadurch, daß der Lichtempfänger eine Anordnung aus mindestens zwei lichtempfindlichen Zellen ist, und daß 40 eine elektronische Mischvorrichtung mit zwei Eingängen, deren einer Eingang eine invertierende Wirkung hat, in den Signalweg der Zellen geschaltet ist, um eine Auswertung der Differenz der von 45 beiden Lichtempfängern stammenden Signale zu ermöglichen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

**— Leerseite —**

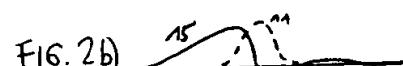
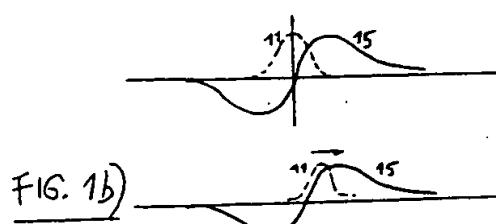
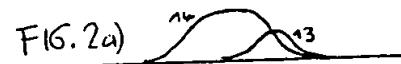
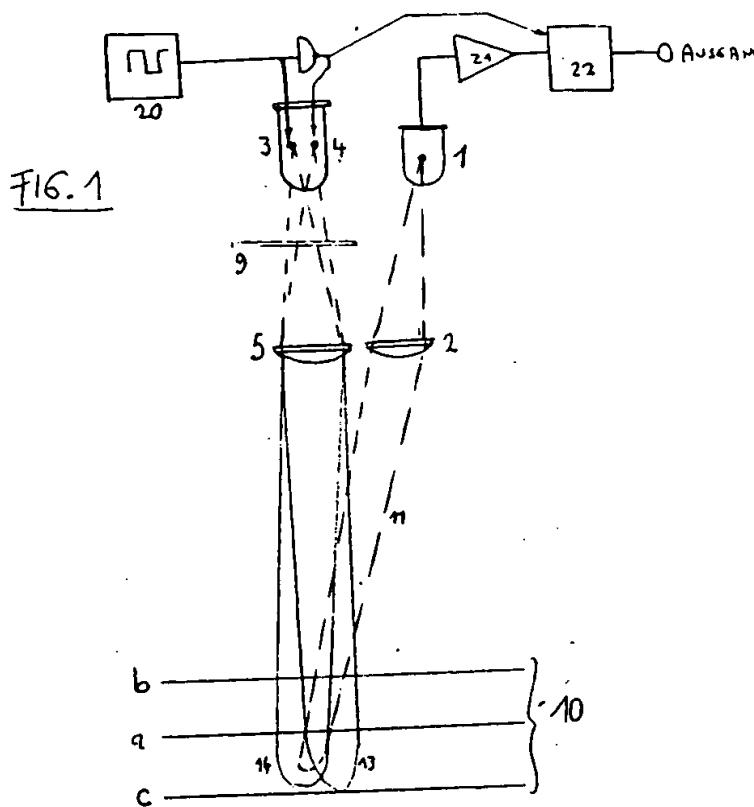


FIG. 3

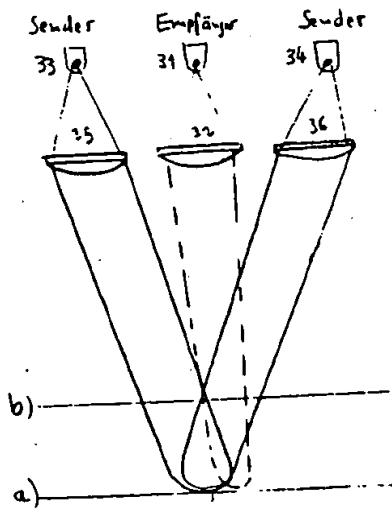


FIG. 4

